
МОДЕЛЬ ВЫБОРА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Шитиков Дмитрий Владимирович,

аспирант кафедры экономики и основ предпринимательства Воронежского государственного архитектурно-строительного университета; vrnvgasu@yandex.ru

В статье рассматривается модель оптимального выбора инвестиционного проекта развития транспортной системы. На основе определения суммарных денежных потоков, генерируемых проектом на протяжении жизненного цикла, дается оценка интегрированному экономическому эффекту и степени приоритетности возможных решений.

Ключевые слова: инвестиционный проект, инновации, экономический эффект, жизненный цикл.

При оценке инвестиционных проектов развития дорожного хозяйства рассматривается их экономическая эффективность по решению поставленной задачи, представляющая соотношение экономического эффекта проекта к затратам на его реализацию.

Экономический эффект при предварительной оценке можно изобразить в виде функции

$$F_{\text{э}} = f(V, S, Q_{\text{и}}, A_{\text{с}}, E_{\text{с}}, I_{\text{и}}, G) \rightarrow \max, \quad (1)$$

зависящей от ряда параметров: увеличение скорости движения транспортного потока, V ; сокращение нахождения пути в пути, S ; снижение затрат на износ автомобильных шин при повышении качества дорожного полотна, $Q_{\text{и}}$; сокращение количества аварий, $A_{\text{с}}$; снижение загрязнения окружающей среды вдоль трассы, $E_{\text{с}}$; применение инноваций, $I_{\text{и}}$; прогнозируемый экономический рост при развитии транспортной сети, G .

Влияние параметров на общую функцию представлено в табл. 1.

Эффект сокращения времени в пути

Исходя из нормативных показателей документа «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» [1], при понижении скорости до 20-30 км/ч расход топлива увеличивается до 15%, при пониженных скоростях до 10 км/ч – до 35%. При использовании данных показателей потерь топлива можно применить метод экстраполяции к увеличению расхода топлива при городском режиме эксплуатации в результате сниже-

ния скорости. При этом функция носит обратную зависимость и является линейной:

$$\Delta Y_{PT} = 45 - V_{\text{срф}} \quad (2)$$

где ΔY_{PT} – увеличение расхода топлива, %; $V_{\text{срф}}$ – средняя фактическая скорость движения, км/ч.

Таблица 1

Параметры инвестиционного проекта, влияющие на общий экономический эффект

V	ΔZ_{PT} – снижение норм расхода топлива при увеличении скорости движения транспортного потока в городском и загородном режимах
S	ΔI_{TP} – снижение износа транспортного средства; ΔZ_T – снижение расхода топлива; ΔCM – снижение расхода масел и смазок; $\Delta Z_{иш}$ – снижение износа автомобильных шин; $\Delta Z_{то}$ – снижение затрат на замену быстроизнашивающихся частей
Qu	$\Delta Z_{ишк}$ – снижение норм износа автомобильных шин
Ac	$\Delta Z_{ДТП}$ – сокращение потерь при ДТП
Ec	ΔD_r – снижение экологического ущерба от автомобильной дороги
In	$\Delta \varepsilon_{эн}$ – повышение энергоэффективности; $\Delta \varepsilon_{кр}$ – увеличение срока службы дорожного полотна; $\Delta \varepsilon_{орг}$ – совершенствование форм организации труда и использования техники; $\Delta \varepsilon_{пр}$ – повышение производительности труда
G	$\Delta ВВП$ – прирост ВВП региона

На функцию накладываются верхнее и нижнее ограничения, учитывающие незначительное изменение потерь топлива в городском режиме при скорости, превышающей 30 км/ч, и замедление роста расхода топлива при снижении скорости ниже 10 км/ч.

$$\Delta Y_{PT} = 35, V_{\text{срф}} \leq 10;$$

$$\Delta Y_{PT} = 0, V_{\text{срф}} > 30;$$

Снижение затрат на расход топлива при увеличении скорости движения одного ТС при одновременном проезде в одном направлении в городском режиме рассчитывается по формуле:

$$\Delta Z_{PTг} = \frac{PT_{нг}}{100} \cdot \frac{C_r}{1000} \cdot P_{\phi} \cdot (\Delta Y_{PTф} - \Delta Y_{PTпл}) / 100, \quad (3)$$

где $PT_{нг}$ – нормативный расход топлива в городском режиме, л/100 км; C_r – стоимость единицы топлива, руб.; P_{ϕ} – фактическая протяженность автомобильной дороги, км; $\Delta Y_{PTф/пл}$ – фактический и планируемый показатели превышения нормативных значений расхода топлива, %.

При рассмотрении взаимодействия федеральных и региональных автодо-

рог экономический эффект повышения скорости до нормативных показателей сопоставим с переходом расхода топлива от «городского» до «загородного» цикла движения.

Снижение затрат за счет увеличения скорости движения одного ТС, при одновременном проезде в одном направлении в загородном режиме, при фактической скорости меньшей заданной, по нормативным значениям рассчитывается по формуле:

$$\Delta Z_{\text{ртз}} = (PT_{\text{нг}} - PT_{\text{нз}}) \cdot \frac{Ц_{\text{т}}}{1000} \cdot П_{\text{ф}} + \lambda \Delta Z_{\text{ртг}}, \quad (4)$$

где $\lambda = 0, V_{\text{срф}} > 30$; $\lambda = 1, V_{\text{срф}} \leq 30$; $PT_{\text{нз}}$ – нормативный расход топлива в загородном режиме.

Общий эффект сокращения времени в пути:

$$V = \sum_{t=0}^T \frac{(\Delta Z_{\text{ртг}} + \Delta Z_{\text{ртз}}) \cdot I_6^t \cdot N_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

где N_t – планируемая интенсивность движения в году t , авт./год; I_6 – планируемый индекс изменения стоимости энергоносителя; r – коэффициент дисконтирования, доли единицы; T – горизонт расчета, годы.

В формуле (5) предлагается при дисконтировании стоимости денежных потоков применять к ценам на бензин собственный индекс, так как их динамика имеет сильное отклонение от общего индекса инфляции.

Эффект сокращения расстояния в пути

Сокращение расстояния пути оказывает экономическое влияние на величину износа транспортного средства, расход топлива и смазочных материалов, износ автомобильных шин и быстроизнашивающихся частей.

Сокращение износа от пробега одного ТС при одновременном проезде в одном направлении:

$$\Delta I_{\text{тр}} = \frac{(I_{\text{пр}} \cdot \Delta П_{\text{ф}} / 1000) \cdot Ц_{\text{тс}}}{100}, \quad (6)$$

где $I_{\text{пр}}$ – показатель износа АМТС по пробегу, в % на 1000 км пробега [3]; $\Delta П_{\text{ф}}$ – сокращение фактического пробега, км; $Ц_{\text{тс}}$ – стоимость транспортного средства, тыс. руб.

Снижение затрат на расход топлива одного ТС при одновременном проезде в одном направлении рассчитывается по формуле:

$$\Delta Z_{\text{т}} = \frac{Ц_{\text{т}}}{1000} \cdot H_{\text{с}} \cdot \frac{\Delta П_{\text{ф}}}{100}, \quad (7)$$

где $Ц_{\text{т}}$ – стоимость единицы топлива, руб.; $H_{\text{с}}$ – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км.

Снижение затрат расхода масел и смазок одного ТС при одновременном проезде в одном направлении:

$$\Delta СМ = \frac{(Ц_{\text{мм}} \cdot ММ + Ц_{\text{гм}} \cdot ГМ + Ц_{\text{см}} \cdot СМ + Ц_{\text{пс}} \cdot ПС)}{100} \cdot H_{\text{с}} \cdot \Delta П_{\text{ф}} / 100, \quad (8)$$

где ММ, ГМ, СМ, ПС – нормы расхода в литрах (смазок в кг) на 100 л общего расхода топлива автомобилем моторных масел, трансмиссионных и гидравлических масел, специальных масел и жидкостей, пластичных смазок соответственно; $C_{ММ}$, $C_{ГМ}$, $C_{СМ}$, $C_{ПС}$ – стоимость единицы масел и жидкостей соответственно, тыс. руб.

В соответствии с временными «Нормами эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств (РД 3112199-1085-02)» снижение расходов на износ автомобильных шин одного ТС при единовременном проезде в одном направлении рассчитывается как:

$$\Delta Z_{\text{иш}} = \frac{\Delta \text{Пф} \cdot C_{\text{к}}}{H} \cdot K_{1\text{ф}} \cdot K_2, \quad (9)$$

где H – среднестатистический пробег шины, тыс. км (справочные данные [2]); $K_{1\text{ф}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации автотранспортного средства до реализации инвестиционного проекта (справочные данные [2]); K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий условия работы автотранспортного средства (справочные данные [2]); $C_{\text{к}}$ – стоимость комплекта автомобильных шин, тыс. руб.

Снижение затрат на замену быстро изнашивающихся частей отражается в расходах на плановое техническое обслуживание (ТО) транспортного средства. При расчете периодического ТО в зависимости от пробега, экономический эффект снижения затрат на ТО при уменьшении расстояния для одного ТС при единовременном проезде в одном направлении составит:

$$\Delta Z_{\text{то}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\text{то}i}}{P_{\text{то}i}} \cdot \Delta \text{Пф}, \quad (10)$$

где $C_{\text{то}}$ – стоимость проведения периодического ТО_{*i*}, тыс. руб.; $P_{\text{то}}$ – периодичность ТО, км; n – количество нормативных ТО транспортного средства, определяемого производителем.

Общий эффект сокращения расстояния в пути рассчитывается по формуле:

$$S = \sum_{t=0}^T (\Delta I_{\text{тр}} + \Delta Z_{\text{иш}} + \Delta Z_{\text{то}} + \frac{\Delta Z_{\text{т}} \cdot I_{\text{с}}^t + \Delta \text{СМ} \cdot I_{\text{см}}^t}{(1+r)^t}) \cdot N_t \quad (11)$$

где $I_{\text{см}}$ – планируемый индекс изменения стоимости масел и жидкостей.

В формулах (11) и (13) дисконтирование по стоимости транспортного средства, автомобильных шин и проведение технического осмотра не учитывается, так как темпы изменения затрат приближены к темпам инфляции.

Эффект повышения качества дорожного полотна

Повышение класса дороги и улучшение дорожного полотна отражается на изменении критерия износа автомобильных шин. Данный показатель может быть отражен с учетом поправочного коэффициента, учитывающего категорию эксплуатации транспортного средства K_1 . Снижение расходов, связанных с износом шин при повышении качества дороги (для одного ТС при единовременном проезде в одном направлении):

$$\Delta Z_{\text{ишк}} = \frac{P \cdot C_{\text{к}}}{H} \cdot K_2 \cdot (K_{1\text{ф}} - K_{1\text{пл}}), \quad (12)$$

где Π – протяженность реконструируемого участка дороги Π_p либо нового участка дороги $\Pi_{пл}$, принимающего на себя транспортную нагрузку в обход фактического участка Π_ϕ ; $\Pi = \min[\Pi_\phi; \Pi_{пл}]$.

Общий эффект повышения качества дорожного полотна:

$$Q_u = \sum_{t=0}^T (\Delta Z_{\text{шук}}) \cdot N_t \quad (13)$$

Эффект сокращения количества ДТП

При оценке эффективности реализации программ по повышению безопасности дорожного движения на сети дорог используются данные, приведенные в «Руководстве по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог [3]».

Снижение потерь от ДТП при реализации мер по повышению безопасности дорожного движения рассчитывается по формуле:

$$\Delta Z_{\text{ДТП}} = K_{\text{ДТП}} \cdot \Pi_{\text{ДТП}} \cdot P_M \quad (14)$$

где $K_{\text{ДТП}}$ – прогнозируемое число ДТП в случае отсутствия мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, шт. на 1 км/год; $\Pi_{\text{ДТП}}$ – ущерб от одного ДТП с пострадавшими на автомобильных дорогах различного типа, тыс. руб.; P_M – средняя вероятность снижения числа ДТП за год после реализации M комплекса мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, в долях единицы [3];

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^M \left(\frac{1}{1 - P_{im}} - 1 \right)}{1 + \sum_{i=1}^M \left(\frac{1}{1 - P_{im}} - 1 \right)} \quad (15)$$

где P_m – средняя вероятность снижения числа ДТП от одного мероприятия по повышению безопасности дорожного движения, в долях единицы; M – число мероприятий по повышению безопасности движения.

Общий эффект сокращения количества ДТП:

$$A_c = \Delta Z_{\text{ДТП}} \cdot T \quad (16)$$

Эффект снижения загрязнения окружающей среды

В качестве основной используется методика «валовых выбросов» для определения экономического ущерба от загрязнения, приведенная в стандарте российского общества оценщиков «Учет в процессе оценки экологических факторов (СТО РОО 25-02-98)» [4].

Рассчитывается суммарный экономический ущерб от загрязнения атмосферы по территории, определяемой как зона активного загрязнения. Зонай активного загрязнения следует считать для автомагистралей полосу шириной 200 м, центральная ось проходит через ось магистрали. Расчетная формула суммарного экономического ущерба от загрязнения атмосферы по рассматриваемой территории D_r за один год имеет вид:

$$D_r = K_r \cdot \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{S_r} \cdot \sigma_i \cdot \sum_{iu=1}^m M_{iu} \cdot f_{iu} \cdot d_{iu} \quad (17)$$

где K_r – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости

состояния атмосферного воздуха и почвы территорий экономических районов Российской Федерации; a_i – площадь загрязняемой территории определенного типа, км²; S_r – общая площадь зоны активного загрязнения, км²; M_i – масса выброса в атмосферу i -ого ингредиента загрязняющего вещества, т/год; σ_i – безразмерная поправка, учитывающая структуру факторов восприятия в зоне активного загрязнения для i -ого ингредиента; d_i – удельный ущерб от выбросов 1 т i -ого, тыс. руб.; f_i – безразмерная поправка, учитывающая характер рассеивания i -ой примеси в атмосфере; n – количество типов территорий, подвергающихся загрязнению; m – количество типов ингредиентов загрязняющих веществ.

Коэффициенты K_r , M_r , σ_r , d_i и f_i определяются по данным СТО РОО 25-02-98 [4].

Снижение экологического ущерба при улучшении природоохранных мероприятий рассчитывается по формуле:

$$\Delta D_r = D_{rф} - D_{rпл} \quad (18)$$

где $D_{rф}$ – суммарный фактический экономический ущерб, тыс. руб.; $D_{rпл}$ – суммарный плановый экономический ущерб, тыс. руб.

Общий эффект снижения загрязнения окружающей среды:

$$E_c = \Delta D_r \cdot T \quad (19)$$

Эффект внедрения инноваций

Инновационная составляющая включает применение современных технологий, позволяющих получить долговременный экономический эффект:

1) энергосберегающие технологии

$$\Delta Ээн = (MЭ_{ф} - MЭ_{пл}) \cdot Ц_{э} \quad (20)$$

где $\Delta Ээн$ – экономия энергоносителей за год, тыс. руб.; $MЭ_{ф, пл}$ – потребляемые мощности энергоносителей фактическое и плановое, единиц в год; $Ц_{э}$ – стоимость единицы потребления энергоносителя, тыс. руб.;

2) использование новых строительных материалов, продлевающих срок службы дорожного полотна

$$\Delta Экр = \left(\frac{1}{T_{ф}} - \frac{1}{T_{пл}} \right) \cdot Ц_{кр} \cdot П_{пл} \quad (21)$$

где $\Delta Э_{кр}$ – экономия затрат в год от увеличения срока службы дорожного полотна, тыс. руб.; $T_{ф, пл}$ – периодичность проведения капитального ремонта дорожного полотна фактическая и плановая, годы; $Ц_{кр}$ – стоимость проведения капитального ремонта дорожного полотна, тыс. руб./км;

3) новые формы логистики, позволяющие сократить затраты на обслуживающий персонал и технический парк по обслуживанию дорог:

$$\Delta Эп = (ССЧ_{ф} - ССЧ_{пл}) \cdot ЗП_{ср} \cdot 12 \quad (22)$$

$$\Delta Эм = \sum_{i=1}^n (M_{ф} - M_{пл}) \cdot Ц_{м} \quad (23)$$

где $\Delta Э_{п, м}$ – экономия затрат в год при организации и внедрении новых форм труда рабочих и машин соответственно, тыс. руб.; $ССЧ_{ф, пл}$ – годовая

среднесписочная численность основных рабочих фактическая и плановая, человек; ZP_{cp} – средняя заработная плата рабочих, тыс. руб.; $M_{\text{фит' пли}}$ – количество обслуживающих данный участок машин и механизмов i -ого вида фактическое и плановое; $Цм_i$ – годовая стоимость эксплуатации i -ого типа машины, тыс. руб.; n – количество видов машин и механизмов;

4) применение современной строительной, ремонтной и обслуживающей техники с повышенной производительностью:

$$\Delta \text{Эпр} = \sum_{i=1}^n M_{\text{пл}} \cdot (\text{ТРф} - \text{ТРпл}) \cdot \text{Цэкс}_i \quad (24)$$

$\text{ТР}_{\text{фит' пли}}$ – годовая трудоемкость работ, выполняемой машиной i -ого типа, маш-ч;

Цэкс_i – стоимость эксплуатации i -ого типа машины, тыс. руб./маш-ч;

Общий эффект внедрения инноваций рассчитывается:

$$I_n = \Delta \text{Эн} + \Delta \text{Экр} \cdot T + \sum_{t=0}^T \frac{\Delta \text{Эн} \cdot I_3^t + \Delta \text{Эзп} \cdot I_{3n}^t + \Delta \text{Эм} \cdot I_n^t + \Delta \text{Эпр} \cdot I_n^t}{(1+r)^t} \quad (25)$$

где I_3 – планируемый индекс изменения стоимости энергоносителей; I_{3n} – планируемый индекс изменения заработной платы; I_m – планируемый индекс изменения стоимости эксплуатации машин.

Эффект экономического роста региона

При наличии макроэкономических данных о возможностях прироста темпов ВВП государства в целом либо определенного региона в зависимости от выбранного уровня применения расчетов можно сделать вывод о целесообразности включения в функцию $F_3(x_n)$ дополнительного эффекта роста экономики G :

$$G = \sum_{t=1}^T \text{ВВП} \cdot (1 + (I_{\text{ввп}} - 1 + r_{\text{ввп}}))^{t-1} \cdot r_{\text{ввп}} \quad (26)$$

где ВВП – уровень ВВП государства (региона) на период расчета $t=0$; $I_{\text{ввп}}$ – планируемый индекс динамики изменения ВВП; $r_{\text{ввп}}$ – планируемый прирост темпа изменения ВВП, в долях единицы.

Для упрощения модели предварительной оценки инвестиционных проектов целесообразно применить понятие условного транспортного средства, представляющего собой усредненные показатели по транспортным средствам, характерным для данного региона на основе метода интерполяции.

Общий экономический эффект реализации проекта за один год рассчитывается, как сумма всех факторов:

$$F_3 = V + S + Qu + Ac + Ec + In + G. \quad (27)$$

Следующим этапом расчета является определение показателей эффективности проекта. Предлагается использовать интегрированный показатель эффективности, включающий абсолютную и относительную эффективность, для преодоления случаев затруднения сравнения при существенной разнице в масштабе проектов и соответственно соотношения величин денежных потоков, генерируемых транспортными объектами.

Абсолютная эффективность проекта $F_{\text{эф}_A}$ представляет собой разницу суммарного экономического эффекта и суммарных затрат реализации про-

екта и обслуживания на протяжении его жизненного цикла.

$$F\Phi_A = F\Phi - F\Phi_0 \quad (28)$$

Относительная эффективность $F\Phi_0$ представляет собой отношение абсолютной эффективности проекта к его суммарным затратам.

$$F\Phi_0 = \frac{F\Phi - F\Phi}{F\Phi} \quad (29)$$

где $F\Phi$ – общие суммарные затраты, включающие сумму укрупненных затрат на строительство (реконструкцию) проекта и укрупненные нормативные затраты по его обслуживанию и управлению на протяжении жизненного цикла объекта.

$$F\Phi = \sum_{t=0}^T \frac{F\Phi_t}{(1+r)^t} \quad (30)$$

где $F\Phi_t$ – затраты t -ого периода на строительство (реконструкцию) и обслуживание введенного в эксплуатацию объекта.

Расчет целесообразно проводить по государственным укрупненным сметным нормативам по показателям: расчетная единица мощности (пропускная способность), 1 км дороги и 1 м² дорожного объекта.

Для расчета интегрированного показателя эффективности расчетные данные приводятся к единому виду q_A , q_0 .

$$\text{Для } F(x) \rightarrow \min: q_A = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \rightarrow 1. \quad (31)$$

$$\text{Для } F(x) \rightarrow \max: q_0 = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \rightarrow 1. \quad (32)$$

На основе полученных значений получаем интегрированный показатель эффективности проекта R , принадлежащий диапазону $[0;1]$.

$$R = q_A + q_0 \rightarrow \max. \quad (33)$$

Приведенная методика позволяет оценить экономический эффект и суммарные затраты жизненного цикла предлагаемых инвестиционных проектов по решению задачи модернизации транспортного хозяйства, с учетом ранжирования проектов по их приоритетности.

Список источников

1. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте (Р 3112194-0366-03), 2-е издание [электронный ресурс]. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=63230>.

2. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств (РД 3112199-1085-02) [электронный ресурс]. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=115633;dst=0;ts=078E49C3FCE247416A4AB2033526A06C;rnd=0.038218189865957264>.

3. Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог (ОДМ 218.4.004-2009) [электронный ресурс]. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=464693>.

4. Учет в процессе оценки экологических факторов (СТО РОО 25-02-98) [электронный ресурс]. – URL: <http://www.i-con.ru/bstandards/>.

MODEL FOR CHOOSING INVESTMENT PROJECTS OF PUBLIC ROADS SYSTEM DEVELOPMENT

Shitikov Dmitriy Vladimirovich,

Post-graduate student of the Chair of Economy and Bases of Business
of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;
vrnvgasu@yandex.ru

The article studies the optimum choice model for an investment project of transport system development. Basing on defining total cash flows, generated by the project during its life cycle, an integrated economic effect and priority degree of possible solutions is presented.

Keywords: investment project, innovations, economic effect, life cycle.